

Pertumbuhan Ulat Sutera *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae) pada Berbagai Sumber Protein dalam Pakannya

(Silkworm *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae) Growth on Different Protein Resources)

Santoso¹, Damiana Rita Ekastuti^{2*}

ABSTRAK

Pemeliharaan ulat sutera merupakan kegiatan bernilai ekonomi tinggi, tidak saja untuk menghasilkan benang sutera, tetapi juga merupakan pabrik biologis untuk menghasilkan enzim, antibakteri, antioksidan, dan lain-lain. Kegiatan ini memerlukan dukungan ketersediaan pakan yang bermutu dan berkesinambungan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pertumbuhan ulat sutera *Bombyx mori* yang diberi pakan buatan dengan sumber protein tepung darah dan tepung kedelai. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 5 perlakuan pakan dan diulang 20 kali. Satu unit percobaan terdiri atas 1 ekor larva yang dipelihara secara individual. Sebagai perlakuan adalah kombinasi pakan buatan yang berbeda sumber proteinnya: A, 100% tepung darah (TD); B, 75% TD + 25% tepung kedelai (TK); C, 50% TD + 50% TK; D, 25% TD + 75% TK; dan E 100% TK. Parameter yang diamati adalah konsumsi bahan kering pakan, pencernaan pakan, ECI (*efficiency of conversion of feed ingested*), ECD (*efficiency conversion of feed digestibility*), metabolisme (konsumsi O₂), dan pertambahan bobot badan pada instar IV dan V. Pada hari kelima instar V, diukur konsumsi oksigen sebelum makan dan satu jam setelah makan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sumber protein pakan tidak berpengaruh nyata pada konsumsi pakan, pencernaan pakan, ECI, ECD, dan pertambahan bobot badan pada instar IV, tetapi berpengaruh nyata pada semua parameter pada instar V. Peningkatan kandungan tepung kedelai menyebabkan peningkatan konsumsi oksigen setelah makan dan menurunkan nilai ECI dan ECD pada instar V.

Keyword: *Bombyx mori*, pakan buatan, pertumbuhan ulat sutera, tepung darah, tepung kedelai

ABSTRACT

Silkworm rearing has high economical value for producing silk material and other beneficial biological materials such as enzyme, antibacterial agent, and antioxidant. For those purposes, it is important to continuously support high quality feed in the silkworm rearing. This study was aimed to evaluate study the growth of silkworm *Bombyx mori* fed with artificial diet containing different resources of protein (blood meal or soybean meal). The experiment used completely randomized design 5 five treatments artificial feed formulas and 20 repetitions. Each experiment unit consisted of 1 larvae that was reared individually and given different feed. Formula A: 100% blood meal (BM); B: 75% (BM) + 25% soybean meal (SM); C: 50% (BM) + 50% (SM); D: 25% (BM)+ 75% (SM); and E: 100% SM. Parameters measured were the feed consumption/larvae, approximate digestibility, ECI (*efficiency of conversion of feed ingested*), ECD (*efficiency conversion of feed digestibility*), and body weight gain in fourth and fifth of the larvae instar. Oxygen consumption were measured on the fifth day of the fifth instar before meal and one hour after meal. The result showed that resource of protein did not significantly affect the parameters on the fourth instar, but significantly affected on the fifth instar larvae. Increment of soybean meal in artificial diet increasing oxygen consumption, and resulted decreasing of ECI and ECD value on the fifth instar larvae.

Keyword: artificial diet, blood meal, *Bombyx mori*, silkworm growth, soybean meal

PENDAHULUAN

Pemeliharaan ulat sutera merupakan suatu kegiatan ekonomi yang sangat menguntungkan tidak saja untuk mendapatkan kokon yang merupakan bahan baku utama benang sutera, yang diperlukan di dunia mode (fashion), tetapi juga untuk mendapatkan bahan antioksidan (Jin *et al.* 2007; Devi *et al.* 2011), antimikrob (Faatih 2005), dan sebagai pabrik untuk memproduksi enzim atau antibakteri alami (Tsuchiya

et al. 2009). Untuk berbagai keperluan tersebut, penyediaan pakan menjadi penting. Secara alamiah ulat sutera *Bombyx mori* memakan daun murbei tetapi ulat ini dapat hidup baik dan berkembang biak dengan pakan buatan (Matsura 1994; Ekastuti *et al.* 1997; Kumaidi & Ekastuti 2013). Berbagai penelitian pengembangan pakan buatan di Indonesia telah dilakukan (Ekastuti *et al.* 1997; Jamila 2000; Manek Ati 2000; Tanjung 2000; Ekastuti *et al.* 2001; Rahasia 2005). Ulat sutera *B. mori* bahkan dapat hidup dengan baik dengan pakan ayam, asalkan di dalam pakan tersebut ditambahkan tepung murbei atau zat kimia yang ada di daun murbei (Kumaidi & Ekastuti 2013). Mutu daun sangat memengaruhi pertumbuhan dan produktivitas ulat sutera (Pelicano *et al.* 2004; Ekastuti 2005). Dengan pakan buatan, rendahnya mutu daun

¹ Badan Penelitian dan Pengkajian Teknologi, Jln. M.H. Thamrin No. 8, Jakarta Pusat 10340.

² Departemen Anatomi Fisiologi dan Farmakologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

* Penulis korespondensi: E-mail: damiana62@yahoo.com

dapat dengan mudah diatasi dengan menambahkan nutrisi yang diperlukan; sangat berbeda kalau larva diberi pakan daun segar karena kondisi daun sulit diperbaiki lagi. Dengan pakan buatan, pemeliharaan ulat dapat dilakukan secara “home industry”, karena tidak perlu menyediakan lahan luas untuk menanam pohon murbei. Di Jepang pakan buatan hanya diberikan pada instar I sampai instar III. Hal ini karena pakan buatan dianggap mahal akibat daun murbei yang merupakan 36% komponen biaya (Shinbo & Yanagawa 1994) dan daun tidak tersedia sepanjang tahun. Kondisi ini berbeda dengan di Indonesia: daun murbei tersedia sepanjang tahun dan dapat tumbuh di mana-mana, di tanah marginal sekalipun. Untuk mendapatkan formula pakan buatan yang murah, perlu diuji kemungkinan penggunaan sumber protein yang tidak bersaing dengan manusia, salah satunya adalah dengan menggunakan tepung darah. Tepung darah cocok digunakan sebagai pakan ulat sutera dan terbukti mampu meningkatkan produksi kokonnya (Matsura 1994; Ekastuti *et al.* 1997; Kumaidi & Ekastuti 2013). Komposisi yang tepat tepung darah dan tepung kedelai dan formula mana yang baik untuk pertumbuhan, perlu diteliti.

Tujuan penelitian ini adalah membandingkan pertumbuhan larva ulat *B. mori*, yang diberi pakan buatan dengan sumber protein tepung darah dan tepung kedelai.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Bagian Fisiologi, Departemen Anatomi Fisiologi dan Farmakologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor, dari bulan Mei sampai Juli 2003. Hewan yang digunakan adalah ulat *Bombyx mori* ras polihibrid jenis C-301. Bibit ulat sutera (telur) dibeli dari Pusat Pembibitan Ulat Sutera di Candirot, Temanggung, Jawa Tengah. Bahan yang digunakan adalah tepung daun murbei, tepung jagung, tepung darah, tepung kedelai, tepung kulit kedelai, zat aditif (campuran vitamin dan beta-sitosterol) menurut Ekastuti *et al.* (1997), dan akuades.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap, dengan 5 perlakuan kombinasi pakan; dan diulang 20 kali. Sebagai perlakuan adalah perbedaan sumber protein: pakan A, sumber proteinnya, 100% tepung darah (TD); B, 75% TD + 25% tepung kedelai (TK), C, 50% TD + 50% TK; D, 25% TD + 75% TK; dan E 100% TK. Semua pakan perlakuan dibuat isokalori dan isoprotein, adapun kombinasi pakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Pakan diaduk sampai homogen; diambil 1 g sampel, dikeringkan dengan oven pada suhu 105 °C selama 24 jam untuk mengukur kadar airnya. Pakan ditambah akuades dibuat menjadi pasta sehingga kadar air pakan sebesar 70%, dicampur hingga homogen. Untuk sterilisasi, pakan dimasukkan ke dalam kantong plastik, dibuat lempengan setebal 1

Tabel 1 Formula pakan untuk pemeliharaan ulat sutera *Bombyx mori*

Bahan pakan	Formula pakan perlakuan (%)				
	A	B	C	D	E
Tepung daun murbei	79	76,5	72,5	70	68,5
Tepung darah	7,5	5,5	4	2	10
Tepung kedelai	0	4,5	10	14,5	8
Sukrosa	7	7	7	7	7
Agar	2	2	2	2	2
Aditif	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Jumlah	100	100	100	100	100

cm, ditutup rapat, kemudian dikukus selama 30 menit. Pakan yang telah dikukus didinginkan dan dapat disimpan di dalam lemari pendingin. Pakan siap digunakan.

Pada saat awal instar IV, 100 larva ditimbang secara individu, kemudian secara acak dikelompokkan menjadi 5 kelompok perlakuan pakan (A, B, C, D, dan E) Larva dipelihara secara individual di dalam cawan petri berukuran diameter 9 cm. Pada setiap kelompok pakan, dipelihara 20 ekor larva (sebagai ulangan).

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah konsumsi bahan kering pakan, pencernaan pakan, efisiensi konversi pakan dimakan (ECI, *efficiency of conversion of ingested food*), efisiensi konversi pakan dicerna (ECD, *efficiency of conversion of digested food*), dan pertambahan bobot badan selama instar IV dan V. Konsumsi oksigen diukur sebelum makan dan satu jam setelah makan, diukur pada hari ke-5 pada instar V. Data dianalisis dengan analisis sidik ragam (ANOVA), bila perlakuan memberi pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil menurut Steel dan Torrie (1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengaruh jenis sumber protein pakan pada konsumsi bahan kering pakan, pencernaan pakan, efisiensi penggunaan pakan (ECI dan ECD) serta pertambahan bobot badan selama instar IV disajikan pada Tabel 2.

Sumber protein pakan tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) pada konsumsi bahan kering pakan, pencernaan pakan, efisiensi penggunaan pakan (ECI dan ECD), dan pertumbuhan (pertambahan bobot badan) selama instar IV.

Pada Tabel 2 tampak bahwa semua pakan dimakan oleh larva instar IV. Hal ini berarti bahwa baik pakan yang sumber proteinnya tepung darah maupun tepung kedelai, sama-sama disukai oleh larva ulat instar IV. Jumlah konsumsi bahan kering pakan hampir mirip pada semua perlakuan, demikian juga dengan pencernaan pakan, ECI, dan ECDnya. Oleh karena itu, hasil akhir pada instar IV, pertambahan bobot badannya juga hampir sama, sekitar 0,36–0,44 g/larva.

Tabel 2 Pengaruh jenis sumber protein pada konsumsi bahan kering (BK) pakan, pencernaan pakan, ECI, ECD, dan pertambahan bobot badan (PBB) pada instar IV ulat *Bombyx mori*

Parameter	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
Konsumsi BK (g/larva)	0,64±0,34	0,43±0,003	0,48±0,07	0,43±0,12	0,40±0,2
Kecernaan (%)	61,09±17,19	65,11±7,31	67,43±4,23	58,56±10,36	52,64±13,19
ECI (%)	12,11±4,57	12,77±2,22	12,44±1,08	16,25±3,32	15,51±5,84
ECD (%)	23,08±13,15	19,54±1,22	18,55±2,73	29,19±9,05	34,38±2,93
PBB (g/larva)	0,43±0,05	0,36±0,07	0,39±0,04	0,44±0,05	0,37±0,12

Tabel 3 Pengaruh jenis sumber protein pada konsumsi bahan kering (BK) pakan, pencernaan pakan, peningkatan konsumsi oksigen setelah makan, ECI, ECD, dan pertambahan bobot badan pada instar V ulat *Bombyx mori*

Parameter	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
Konsumsi BK (g/larva)	2,28±0,36 ^a	2,02±0,26 ^a	2,02±0,05 ^a	2,46±0,43 ^b	2,75±0,44 ^c
Kecernaan (%)	35,99±7,82 ^a	47,92±1,83 ^b	47,93±1,49 ^b	49,57±6,75 ^b	51,5±2,53 ^b
Peningkatan konsumsi O ₂ satu jam setelah makan (mL/jam/larva)	3,62±1,54 ^a	4,02±2,79 ^a	5,09±1,63 ^a	5,25±1,33 ^a	9,63±3,16 ^b
ECI (%)	12,15±1,78 ^c	11,65±0,4 ^b	13,38±2,52 ^c	12,59±3,0 ^c	9,60±1,88 ^a
ECD (%)	38,66±15,4 ^d	24,34±1,77 ^b	27,75±5,58 ^c	26,1±7,4 ^c	18,68±3,66 ^a
PBB (g/larva)	1,76±0,22	1,54±0,15	1,78±0,3	1,83±0,45	1,71±0,41
Konversi pakan	1,30	1,31	1,13	1,34	1,61

Keterangan: superscript dengan huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata pada $t_{0,05}$.

Sumber protein pakan berpengaruh nyata ($P<0,05$) pada konsumsi bahan kering pakan selama instar V. Konsumsi bahan kering pakan yang sumber proteinnya 100% tepung kedelai (2,75 g/larva) nyata lebih tinggi daripada konsumsi bahan kering pakan yang sumber proteinnya 100% tepung darah (2,28 g/larva). Hal ini berarti bahwa tepung kedelai lebih disukai daripada tepung darah.

Sumber protein pakan berpengaruh nyata ($P<0,05$) pada pencernaan pakan. Kecernaan pakan yang mengandung tepung kedelai (pakan B, C, D, dan E) nyata lebih tinggi daripada pencernaan pakan yang sumber proteinnya tepung darah saja (pakan A).

Sumber protein pakan berpengaruh nyata ($P<0,05$) pada peningkatan konsumsi oksigen. Peningkatan konsumsi oksigen satu jam setelah makan menunjukkan bahwa terjadi peningkatan aktivitas metabolisme pada saat ada makanan di saluran cernanya. Diduga untuk mencerna pakan yang sumber proteinnya tepung kedelai diperlukan lebih banyak energi sehingga aktivitas katabolisme selama mencerna makanan lebih tinggi pada pakan yang sumber proteinnya tepung kedelai. Peningkatan tepung kedelai dalam pakan cenderung meningkatkan laju konsumsi oksigen, berturut-turut 3,62 mL/jam/larva (pakan A), 4,02 mL/jam/larva (pakan B), 5,09 mL/jam/larva (pakan C), 5,25 mL/jam/larva (pakan D), dan 9,83 mL/jam/larva (pakan E). Larva yang mengkonsumsi pakan yang sumber proteinnya 100% tepung kedelai, peningkatan konsumsi oksigennya (9,63 mL/jam/larva), hampir 3 kali lipat daripada larva yang pakannya 100% tepung darah (3,62 mL/jam/larva).

Sumber protein pakan berpengaruh nyata ($P<0,05$) pada efisiensi konversi pakan dimakan (ECI) dan pakan dicerna (ECD). ECI dan ECD sangat nyata lebih tinggi pada larva yang diberi pakan dengan

pakan tepung darah (ECI = 12,15%, ECD = 38,66%) dibandingkan dengan larva yang diberi pakan dengan pakan tepung kedelai (ECI = 9,8%, ECD = 18,68%). Hal ini diduga berkaitan dengan tingginya konsumsi oksigen atau tingginya konsumsi energi pada saat mencerna makanan.

Sumber protein pakan tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) pada pertambahan bobot badan selama instar V. Pertambahan bobot badan pada instar V hampir sama pada semua perlakuan pakan A (1,76 g/larva), pakan B (1,54 g/larva), pakan C (1,78 g/larva), pakan D (1,78 g/larva), dan pakan E (1,71 g/larva).

Dari Tabel 2 pakan, ECI, ECD, dan pertambahan bobot tampak bahwa sumber protein pakan tidak berpengaruh nyata pada konsumsi pakan, pencernaan bobot badan selama instar IV. Hal ini diduga karena waktu pemberian yang relatif singkat selama instar IV (4 hari), sehingga belum menunjukkan hasil yang nyata. Perbedaan sumber protein pakan menjadi jelas setelah akhir instar V. Dari Tabel 3 tampak bahwa sumber protein pakan berpengaruh nyata ($P<0,05$) pada konsumsi bahan kering pakan. Sumber protein tepung kedelai lebih disukai oleh larva ulat. Pakan yang sumber proteinnya 100% tepung kedelai lebih banyak dikonsumsi (2,75 g/larva/instar) daripada pakan yang sumber proteinnya 100% tepung darah (2,28 g/larva/instar). Ini berarti tepung kedelai palatabilitasnya lebih baik daripada tepung darah. Kecernaan pakan yang sumber proteinnya tepung kedelai (51,5%) lebih tinggi daripada tepung darah (35,99%). Hasil penelitian ini sesuai dengan laporan Matsura (1994) yang menyatakan bahwa palatabilitas dan kecernaan tepung darah lebih rendah daripada tepung kedelai. Sayangnya, untuk mencerna pakan yang mengandung tepung kedelai diperlukan lebih banyak energi yang ditunjukkan dengan tingginya

peningkatan laju metabolisme yang diukur melalui konsumsi oksigennya (tepung kedelai = 9,6 mL/jam/larva; tepung darah = 3,62 mL/jam/larva). Hal inilah yang menjadi alasan mengapa ECI dan ECD pada larva yang memakan pakan tepung kedelai (ECI = 9,6%; ECD = 18,68%) jauh lebih rendah daripada larva yang memakan tepung darah (ECI = 12,15, ECD = 38,66%).

Dari penelitian ini diperoleh data bahwa konsumsi pakan dan pencernaan tepung kedelai lebih tinggi daripada tepung darah, tetapi karena untuk mencerna tepung kedelai diperlukan lebih banyak energi, maka materi pakan yang terdeposit sebagai komponen tubuh pada akhir instar V menjadi relatif sama. Bila dihitung konversi pakan, artinya berapa pakan diperlukan untuk memperoleh satu satuan bobot badan, dari data yang ada diperoleh angka untuk pakan A (2,28 g pakan/1,76 g larva = 1,30), pakan B (2,02 g pakan/1,54 g larva = 1,31), pakan C (2,02 g pakan/1,78 g larva = 1,13), pakan D (2,46 g pakan/1,83g larva = 1,34), dan pakan E (2,75 g pakan/1,71 g larva = 1,61). Dari data ini diketahui bahwa pada pakan E (100% tepung kedelai) walaupun lebih disukai dan kecernaannya lebih tinggi, tetapi karena perlu banyak energi untuk mencernanya maka justru lebih banyak jumlah pakan yang diperlukan untuk mencapai bobot badan yang sama. Dari perhitungan yang dilakukan tampak bahwa pakan C justru merupakan kombinasi pakan yang paling baik, hanya diperlukan 1,13 g pakan untuk mendapatkan 1 g bobot badan.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sumber protein pakan tidak berpengaruh nyata pada konsumsi pakan, pencernaan pakan, ECI, ECD, dan pertambahan bobot badan pada larva instar IV *Bombyx mori*, tetapi berpengaruh nyata pada semua parameter pada instar V. Sumber protein pakan, palatabilitas dan kecernaannya lebih tinggi daripada tepung darah, tetapi energi untuk mencerna lebih tinggi daripada tepung kedelai. Pakan dengan sumber protein 50% tepung darah dan 50% tepung kedelai merupakan kombinasi pakan yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Devi R, Deori M, Devi D. 2011. Evaluation of antioxidant activities of silk protein Sericin secreted by silkworm *Antheraea assamensis* (Lepidoptera: Saturniidae). *J Pharm Res.* 4(12): 4688–4691.
- Ekastuti DR, Astuti DA, Widjakusuma R, Satradipradja D. 1997. Response of different strain of silkworm (*Bombyx mori*) to artificial diet. *Indones J Trop Agric.* 8(3): 60–63.
- Ekastuti DR, Sastradipradja D, Sikar SHS, Widjakusuma R, Manuwoto S. 2001. Formation of metabolic water during water deprivation using silkworm (*Bombyx mori*) as animal model. In: *Energy Metabolism in Animal*. EAAP Publication (IT). 103: 47–50.
- Ekastuti DR. 2005. Pengaruh kadar air pakan pada pertumbuhan dan produktivitas ulat sutera *Bombyx mori*. *J Med Vet Indones (Indones J Vet Med)*. 9(2): 47–53.
- Faatih M. 2005. Aktivitas antimikrob *Attacus atlas* L. *Sains Teknol.* 6(1): 35–48.
- Jamila. 2000. Penggunaan kalsium propionat dan kalium sorbat sebagai bahan pengawet pada pakan buatan ulat sutera (*Bombyx mori*). [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Jin HW, Zhang W, Shi YX. 2007. Preparation and characterization of sericin powder extracted from silk industry waste water. *Food Chem.* (103): 1255–1262.
- Kumaidi A, Ekastuti DR. 2013. Pertumbuhan dan produktivitas ulat sutera *Bombyx mori* yang diberi pakan formula pakan ayam broiler. *J Acta Vet Indones.* 1(1): 1–7.
- Lochynska M. 2010. History of sericulture in Poland. *J Nat Fibers.* 7: 334–337.
- Manek AV. 2000. Inkorporasi ¹⁴Cglisin dan ¹⁴C serin pada kokon dan kinerja kelenjar sutera *Bombyx mori* yang mendapat tambahan tiroksin dalam pakan buatan. [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Mahmoud MM. 2013. Effect of various kinds of dietary protein in semiartificial diet on the mulberry silkworm *Bombyx mori* L. *Egypt. Acad. J.Biolog. Sci.* 6(1): 21–26.
- Matsura Y. 1994. Utility of blood meal as a source of dietary protein: 1) Blood meal as dietary protein for the silkworm *Bombyx mori* L. *JARQ.* 28(4): 133–137.
- Nair JS, Kumar SN, Nair KS. 2011. Development of bivoltin pure strain of silkworm, *Bombyx mori* L to rear exclusively on artificial diet during young instar. *J Biol Sci.* 11(6): 423–427.
- Pelicano, Mareggiani AG, Plante E, Zamune N. 2004. Quality of mulberry leaves and its influence in the rearing of silkworm. *IDESIA.* 22(2): 49–53.
- Rahasia CA. 2005. Pertumbuhan dan produktivitas ulat sutera (*Bombyx mori*) pada pemeliharaan dengan pakan buatan. [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Royer M, Herbette G, Eparvier V, Beauchene J, Thibaut B, Stien D. 2010. Secondary metabolites of *Bagassa guineensis* Aubl. Wood: A study of the chemotaxonomy of the Moraceae family. *Phytochemistry.* 71: 1708–1713.

- Shinbo H, Yanagawa H. 1994. Low cost artificial diets for polyphagous silkworm. *JARQ*. (4): 262–267.
- Steel RGD, Torrie JH. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistika: Suatu Pendekatan Biometrik. Jakarta (ID): Gramedia Pustaka Utama.
- Takuya K, Tsurunaga Y, Sugiyama M, Furuno T, Yamasaki Y. 2009. Effect of drying temperature on antioxidant capacity and stability of polyphenolic compounds in mulberry (*Morus alba* L.) leaves. *Food Chem*. 113(4): 964–969.
- Tanjung M. 2000. Efektifitas suplementasi giberelin (GA2) untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas ulat sutera (*Bombyx mori* L.) serta Inkorporasi ¹⁴C-glisin dan ¹⁴C-serin pada kokon. [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Tsuchiya Y, Shirai J, Inumaru S. 2009. Establishment of Human Lysozyme mass production system using insect factory, silkworm larve. *JARQ*. 43(3): 207–212.
- Zhishen Jia, Mengcheng T, Jianmin W. 1999. The determination of flavonoid contents In mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem*. 64(4): 555–559.